VIDEO BASIC

20 VIDEOLEZIONI DI BASIC
PER IMPARARE COL C16

GRUPPO EDITORIALE JACKSON

Musica elettronica
Il sintetizzatore
Il suono del C16
VOL, SOUND
Le note e la musica programmata
Programmi sonori
Videoesercizi
Videogioco n° 17

17

C16

commodore 16 plus 4

VIDEOBASIC C 16
Pubblicazione quattordicinale
edita dal Gruppo Editoriale Jackson
Direttore Responsabile:
Giampietro Zanga
Direttore e Coordinatore Editoriale: Roberto Pancaldi
Autore: Softidea -
Via Indipendenza 88-90 - Como
Redazione software:
Giuliano Cremonesi
Francesco Franceschini
Progetto grafico:
Studio Nuovidea - via Longhi, 16 - Milano
Impaginazione:
Moreno Confalone
Illustrazioni:
Cinzia Ferrari, Silvano Scolari
Fotografie:
Marcello Longhini
Distribuzione: SODIP
Via Zuretti, 12 - Milano
Fotocomposizione: Lineacomp S.r.l.
Via Rosellini, 12 - Milano
Stampa: Grafika '78
Via Trieste, 20 - Pioltello (MI)
Direzione e Redazione:
Via Rosellini, 12 - 20124 Milano
Tel. 02/6880951/5

Tutti i diritti di riproduzione e pubblicazione di disegni, fotografie, testi sono riservati.
© Gruppo Editoriale Jackson 1986.
Autorizzazione alla pubblicazione Tribunale di Milano n° 422 del 22-9-1984
Spedizione in abbonamento postale Gruppo II/70 (autorizzazione della Direzione Provinciale delle PPTT di Milano).
Prezzo del fascicolo L. 8.000
Abbonamento comprensivo di 5 raccoglitori L. 165.000
I versamenti vanno indirizzati a: Gruppo Editoriale Jackson S.p.A. - Via Rosellini, 12 20124 Milano, mediante emissione di assegno bancario o cartolina vaglia oppure utilizzando il c.c.p. n° 11666203.
I numeri arretrati possono essere richiesti direttamente all'editore inviando L. 10.000 cdu. mediante assegno bancario o vaglia postale o francobolli.
Non vengono effettuate spedizioni contrassegno.

SOMMARIO

HARDWARE **2**
La musica elettronica.
Il sintetizzatore. La generazione del suono. Il suono e i computer.
La produzione dei suoni. Il suono e il C 16.

IL LINGUAGGIO **20**
Cos'è il suono. Il suono. Le note musicali. VOL, SOUND.
La musica programmata.

LA PROGRAMMAZIONE **28**
Il pianoforte. Suono e immagini.
Scala musicale.

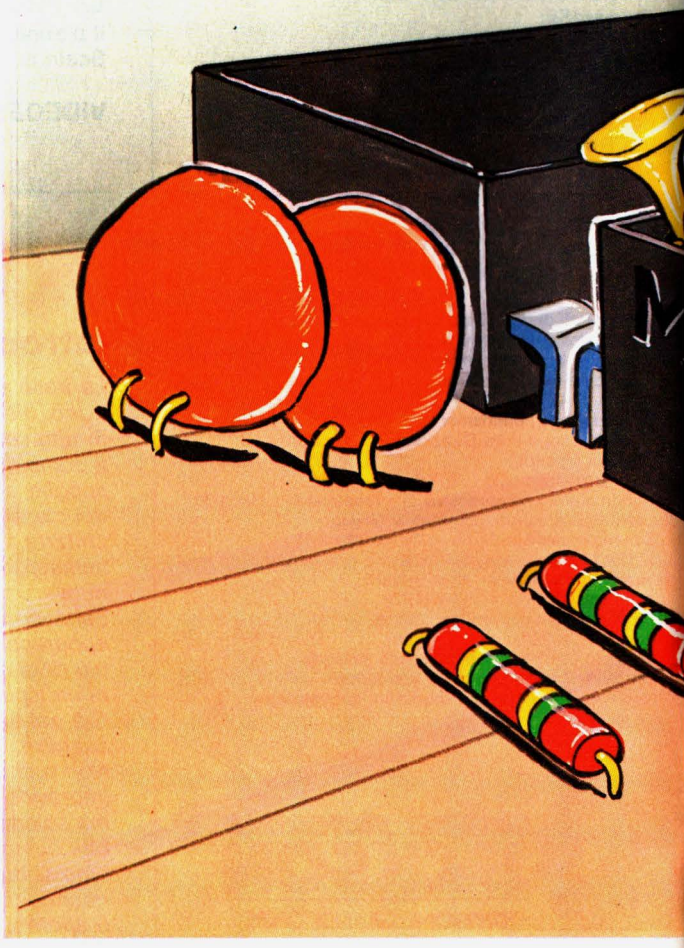
VIDEOESERCIZI **32**

Introduzione

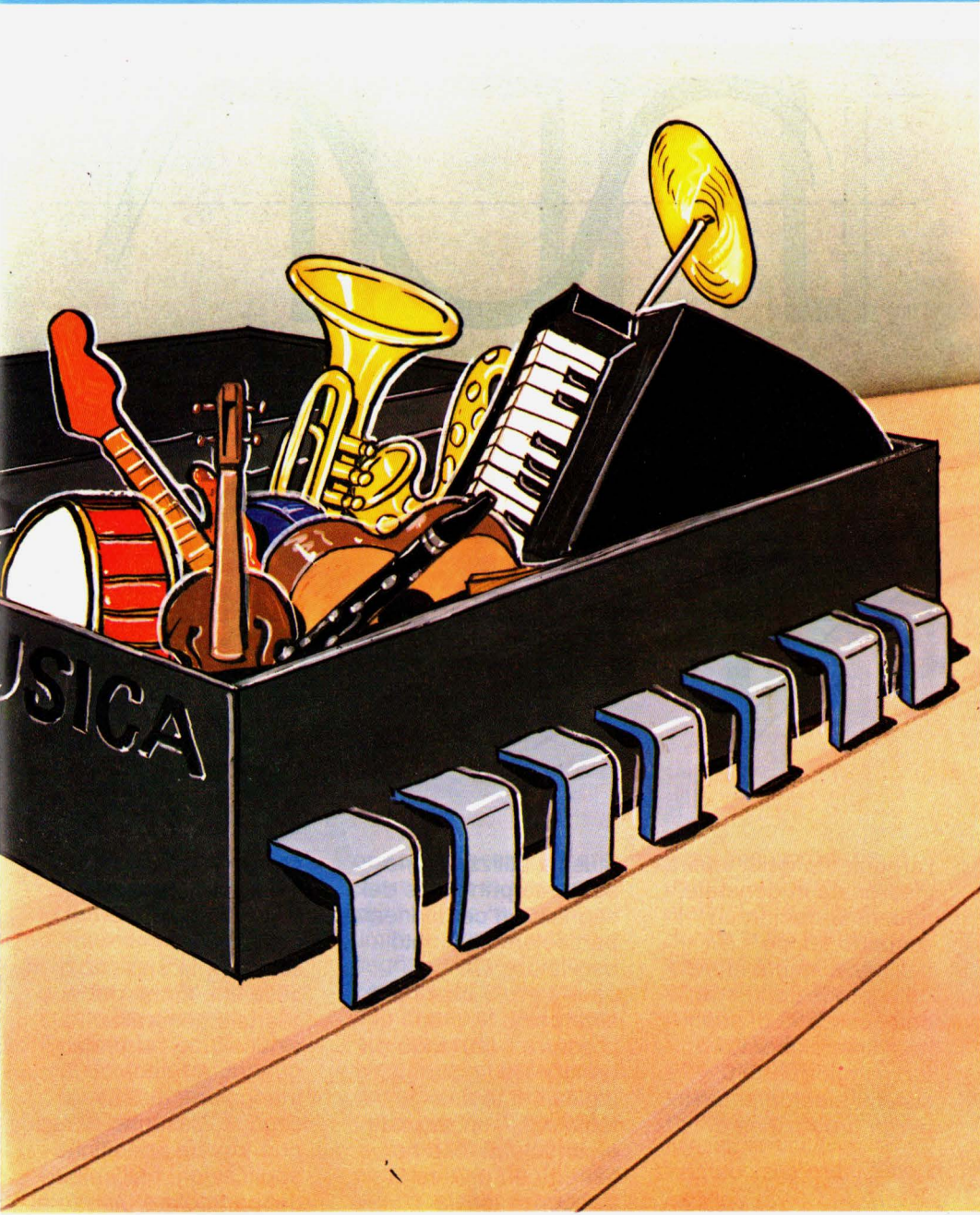
La frase ad effetto potrebbe essere: «Uno, dieci, cento strumenti musicali in uno solo: il computer!»
Il computer, più o meno sotto mentite spoglie, si è infatti aggiunto al novero dei classici strumenti musicali - quali chitarra, organo, clarino, ecc. - imitandone le sonorità o creandone di nuove.
Esistono a questo scopo sofisticate apparecchiature elettroniche degne più di un provetto programmatore che di un ispirato musicista.
Già col tuo computer, però, puoi suonare.
Non è che il tuo C 16 sia improvvisamente diventato intonato, ma solamente che le caratteristiche che compongono un suono (intensità, timbro, durata, altezza) sono riconducibili in termini numerici.
E allora ...?! Buona suonata.

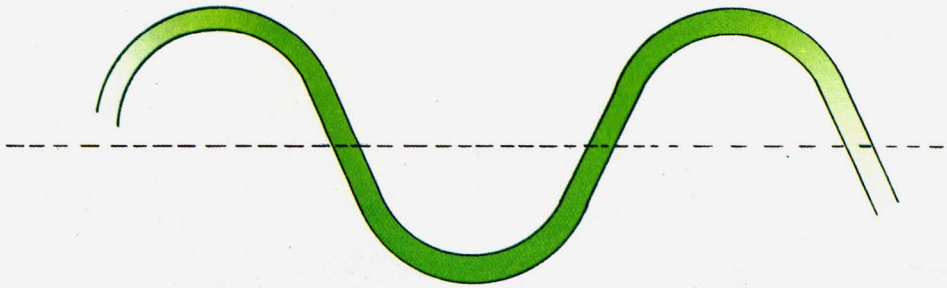
La musica elettronica

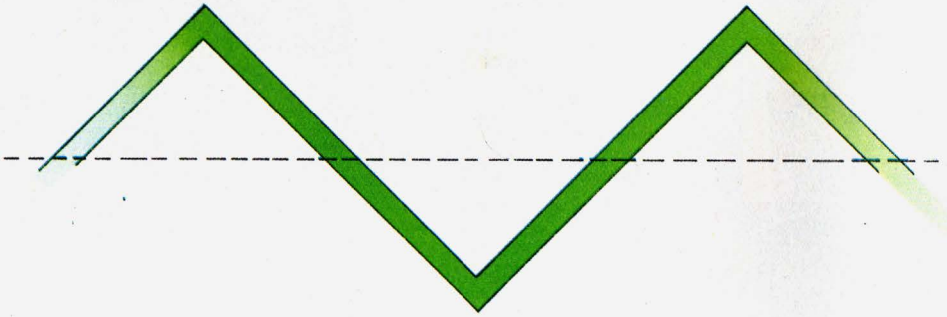
È ormai un fatto noto a chiunque come l'elettronica - sin dalla sua nascita - abbia fatto ingresso, dapprima timidamente e quindi con sempre maggiore prepotenza, anche nel settore musicale, arrivando ormai ai nostri giorni, a proporre con ritmo quasi quotidiano nuovi strumenti e dispositivi adatti a generare od imitare suoni sempre più complessi ed elaborati. Le possibilità musicali si sono estese in questi ultimi anni anche ai micro e personal computer: affronteremo quindi in questa lezione



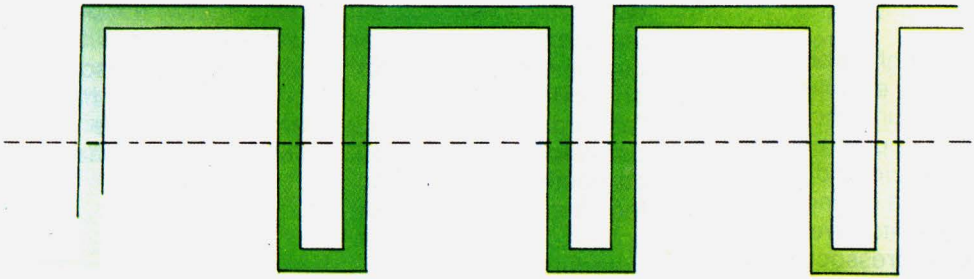
HARDWARE

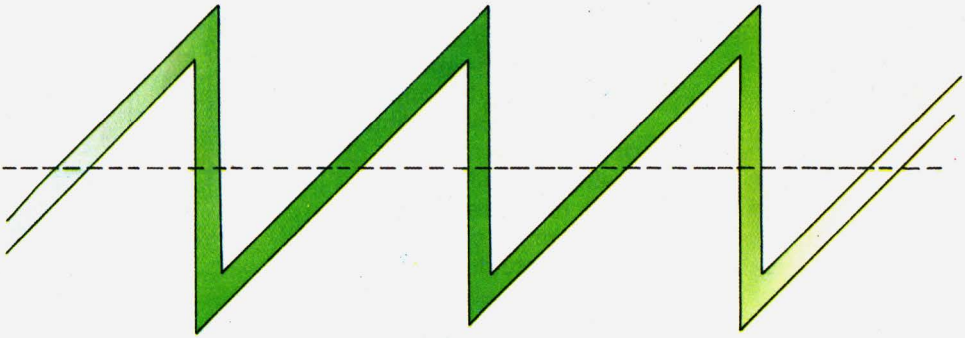






l'argomento della musica elettronica in generale, addentrandoci in un secondo tempo nell'affascinante mondo della produzione e della composizione di suoni mediante elaboratore. La maggior parte dei sistemi elettronici usati per la produzione di musica utilizza come sorgente principale del segnale un componente particolare chiamato oscillatore. Un oscillatore è un circuito elettronico in grado di produrre - partendo da un ingresso costante (tipicamente una tensione) - un segnale elettrico variabile nel tempo con una certa frequenza (ossia ripetendolo diverse volte per ogni secondo). Esistono oscillatori di numerosissimi tipi, solitamente classificati in base alla forma del segnale generato: sinusoidale, ad onda quadra, ad onda triangolare, a dente di sega..... Ciascuno di essi può trovare specifiche applicazioni nell'ambito del particolare utilizzo al

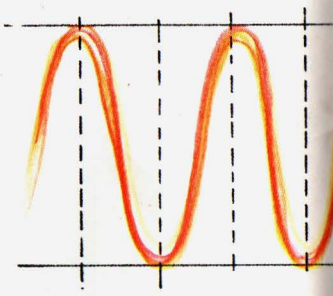


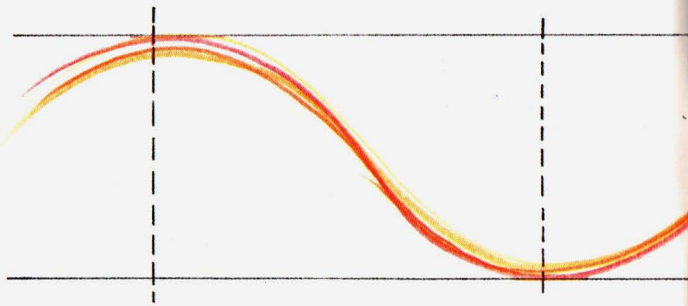


quale è destinato, oppure essere adoperato in successione o in contemporanea ad altri oscillatori. Per chiarire questo aspetto facciamo subito un esempio tipico. Esistono alcuni teoremi matematici che dimostrano come qualsiasi tipo di segnale periodico possa essere scomposto in una serie più o meno lunga (al limite anche infinita) di segnali elementari; di conseguenza, quindi, componendo gli uni con gli altri segnali elementari è possibile generare forme d'onda più o meno complicate. Ricorrendo all'uso contemporaneo di uno o più oscillatori è allora possibile riprodurre in modo "artificiale" segnali elettrici di qualsiasi tipo, durata o frequenza. Basterà pertanto conoscere tutti i parametri caratteristici di una certa onda e potremo essere in grado di ricrearla in modo relativamente semplice mediante la composizione dei diversi segnali.

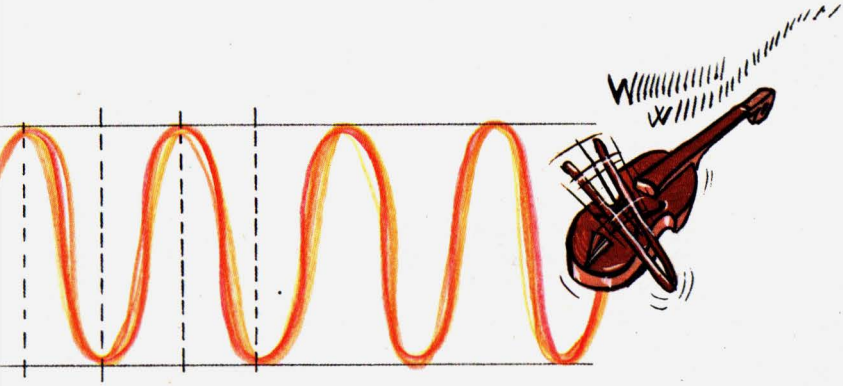
Il sintetizzatore

Quella che abbiamo appena esaminato è una procedura che trova larga applicazione nella generazione dei suoni da parte di uno strumento divenuto ormai pressoché indispensabile nella composizione e partitura della musica moderna, cioè il sintetizzatore. Partendo dall'analisi delle forme d'onda sonore, cioè dei timbri degli strumenti più disparati (violini, pianoforti, trombe, organi, ecc.), i costruttori di sintetizzatori "accordano" infatti gli oscillatori in modo tale da ripeterne più o meno fedelmente le frequenze tipiche, arrivando così a riprodurne in modo elettronico le caratteristiche tonali e timbriche. Con la semplice pressione di un pulsante è quindi possibile emulare sulla tastiera del sintetizzatore una vastissima gamma di strumenti, disponendo così di un assortimento di possibilità musicali praticamente illimitato. Nella rappresentazione di un timbro occorrono solitamente due famiglie differenti di elementi, raggruppabili nel cosiddetto inviluppo e nello spettro o forma d'onda.
L'inviluppo ci descrive come il suono varia di ampiezza durante l'esecuzione di una nota,





mentre lo spettro ci dà informazioni sulla complessità del suono stesso.
Lo spettro di un suono indica inoltre le ampiezze di ciascun componente elementare che costituisce lo spettro stesso, dove per componente elementare si considera di solito un suono sinusoidale, chiamato anche puro.
I guai saltano fuori dal fatto che normalmente per gli strumenti tradizionali lo spettro non è sempre uguale, ma varia nel tempo, per cui per dare una


WIII

rappresentazione completa si dovrebbe indicare per ciascuna componente elementare il relativo inviluppo. Questo risulta nella maggior parte dei casi praticamente impossibile, per l'enorme quantità di informazioni necessarie. Per dare una rappresentazione sintetica dello spettro viene usata di solito la forma d'onda che corrisponde alla somma punto per punto delle varie componenti sonore.

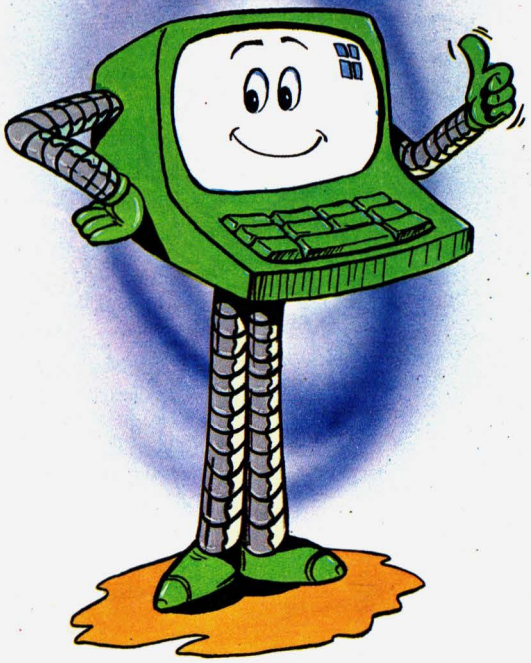
Quando il sintetizzatore lavora nel ruolo che abbiamo appena descritto si chiama «a sintesi additiva», dal momento che giunge al segnale finale eseguendo una serie di somme di segnali-base.

Esiste anche un altro tipo di sintetizzatore, basato sul procedimento esattamente opposto, cioè sulla «sintesi sottrattiva». Nella sintesi sottrattiva il segnale di partenza è di forma molto complessa, e viene ridotto alla forma d'onda desiderata facendolo passare attraverso una serie di circuiti elettronici chiamati filtri.

Un filtro è un dispositivo in grado di arrestare una certa componente d'onda, lasciandone passare tutta la parte restante. Esistono filtri "passa-basso" (che fanno passare soltanto la parte di un'onda a frequenza più bassa), filtri "passa-alto" (che fanno invece passare soltanto le frequenze più alte) e filtri "passa-banda" (che fanno passare tutte le componenti aventi frequenza compresa entro due limiti ben determinati).

La sintesi sottrattiva risulta tecnicamente meno difficoltosa da realizzare rispetto alla sintesi additiva, e richiede un'attrezzatura di solito meno costosa. Tuttavia questo metodo è abbastanza limitato dal numero delle forme d'onda che possono essere create

direttamente. Potrebbe sembrare che, generando un segnale iniziale contenente un numero infinito di frequenze (questo tipo di segnale si chiama "rumore bianco" e puoi per esempio sentirlo quando, sintonizzando la tua radio o il tuo televisore su una certa emittente, attraversi una zona dove non esistono segnali emessi da nessuna stazione trasmittente), sarebbe possibile risolvere il problema.
Sfortunatamente, però, occorrerebbero infiniti filtri per arrivare al segnale desiderato: la cosa è quindi irrealizzabile.
La sintesi additiva risulta quindi più versatile, mentre quella sottrattiva più semplice ed economica. Come compromesso molti sintetizzatori le offrono entrambe, generando spesso nuove ed ulteriori forme d'onda combinando segnali ottenuti con sintesi additiva e segnali prodotti mediante sintesi sottrattiva.



La generazione del suono

Una volta introdotti gli elementi fondamentali per la generazione del segnale che si vuole riprodurre occorre anche rendere questo segnale compatibile con i dispositivi adibiti alla riproduzione del segnale stesso (cioè gli altoparlanti).
Vediamo quindi - esaminando i vari elementi uno per uno - come deve essere composta la catena necessaria per ottenere alla fine un segnale avvertibile alle nostre orecchie.
Innanzi tutto il sintetizzatore deve poter generare la forma d'onda che noi desideriamo ascoltare, apportando eventualmente le modifiche o i miglioramenti che debbono essere introdotti per ottenere particolari effetti sonori (per esempio: eco, riverbero, effetto-chiesa, ecc.). Tale forma d'onda - generata come visto prima da un certo numero di oscillatori - è però costituita da un segnale di potenza molto limitata, assolutamente insufficiente per poter essere inviato direttamente agli altoparlanti. Tra gli oscillatori ed i diffusori acustici va quindi inserito un amplificatore, cioè un dispositivo capace di "rinforzare" il segnale, mantenendone intatte tutte le caratteristiche di partenza.
Una volta fatta questa operazione l'altoparlante (o gli altoparlanti) può diffondere acusticamente la forma d'onda del segnale elettrico di partenza, riprodotta stavolta per via sonora.
Ciò che un altoparlante esegue è infatti una semplice trasformazione di segnali, da elettrici ad acustici, senza inserire o togliere alcuna informazione a ciò che gli viene fornito in ingresso.
Tecnicamente la parte più importante dell'intero sistema è costituita - come ovvio - dal sintetizzatore; tutto il resto svolge, in un certo senso, funzioni secondarie (per quanto altrettanto importanti agli effetti della generazione del suono).

Il suono e i computer

Adesso che abbiamo bene in mente gli oggetti su cui possiamo operare, vediamo quali sono i modi più comuni per ottenere qualcosa di suonabile attraverso un computer.

Innanzitutto il computer deve disporre di un sintetizzatore al proprio interno o, quanto meno, di una interfaccia che lo colleghi con un sintetizzatore esterno. Occorre avere in secondo luogo la possibilità di poter comandare questo sintetizzatore: deve cioè esistere un modo - sia hardware che software - mediante il quale comunicare con il sintetizzatore. Trascuriamo per un momento questo aspetto, proponendoci di riprenderlo più avanti. Normalmente in quasi tutti i sistemi musicali basati su elaboratore si possono identificare tre fasi differenti nelle operazioni svolte: definizione dei timbri o strumenti, organizzazione delle successioni di suoni da produrre ed infine esecuzione del brano. Talvolta nei sistemi dotati di una tastiera interfacciata all'elaboratore la seconda e la terza fase possono coincidere. Nella prima fase viene creato il tipo di suono che dovrà essere usato in seguito: questo avviene facendo immagazzinare in una opportuna area di memoria del computer tutti quei valori che si riferiscono all'inviluppo e alla forma d'onda. In questo modo, durante l'esecuzione, quando l'elaboratore trova l'indicazione di un determinato timbro deve andare a leggere in quell'area di memoria tutti i dati riguardanti il timbro in questione, per poi riprodurre il suono. Nella seconda fase si deve far leggere all'elaboratore la sequenza di note da produrre, in pratica una specie di partitura, predisposta in modo tale che i vari suoni siano organizzati secondo tempi di azione crescenti (il tempo di azione indica dopo quanto tempo dall'inizio del brano deve entrare un certo suono).

HARDWARE

Ovviamente, tutti questi dati dovranno essere memorizzati su una memoria secondaria (per esempio in un file), in modo che a distanza di tempo si possa riprodurre il brano o eventualmente correggerne gli errori.

Questa seconda fase è sempre la più lunga e noiosa, e in cui è più facile sbagliare.
Nella terza fase, quando è distinta dalla seconda, l'elaboratore deve leggere ripetitivamente i dati che si riferiscono alla partitura e, fondendoli con quelli che si riferiscono al timbro, produrre il suono.
Le possibili varianti a questo schema, come abbiamo già detto prima, sono tali per cui, per esempio, nei sistemi muniti di tastiera musicale si possono introdurre direttamente i dati riguardanti la partitura, suonando, in modo da rendere più spontanea la successiva esecuzione.

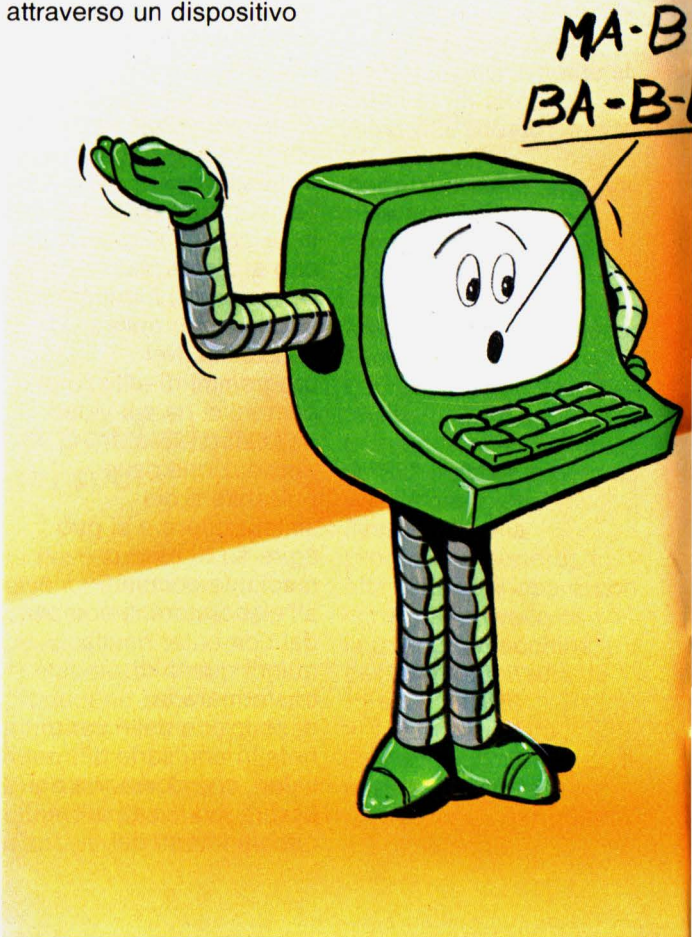
La produzione dei suoni

Si deve subito distinguere fra tre diverse tecniche e possibilità:
1) elaboratori che producono suoni attraverso i loro circuiti interni;
2) elaboratori che controllano dei dispositivi ad essi esterni (ad esempio un sintetizzatore con la relativa interfaccia);
3) elaboratori che producono suoni mediante sintesi di campionamento.
Il primo caso è il più semplice e forse quello che la maggior parte di persone ha già avuto modo di sperimentare. Si tratta sempre di piccoli micro e personal computer, che tra le altre funzioni possono anche produrre degli effetti sonori. Generalmente si tratta di un circuito integrato, situato all'interno dell'elaboratore, che può ricevere dall'unità centrale delle istruzioni in grado di fargli produrre dei suoni.
Mentre in alcuni sistemi l'accesso a questo componente viene facilitato dalla presenza di specifiche istruzioni BASIC (tuttavia a scapito di una maggiore flessibilità nella produzione sonora), in altri sistemi si opera con istruzioni a livello di linguaggio macchina, per esempio mediante PEEK e POKE.
In ogni caso, data l'estrema economicità di questi sistemi, le prestazioni - per quanto assolutamente

stupefacenti - sono abbastanza scarse, a causa del limitato numero di voci disponibili e della carenza di timbri.
Il secondo caso è quello che, allo stato attuale dei dispositivi presenti sul mercato e in base al loro costo, può dare le maggiori soddisfazioni.

La situazione più comune è quella di avere un personal computer collegato a uno o più sintetizzatori mediante una interfaccia tipo la MIDI. La MIDI (abbreviazione di Musical Instrument Digital Interface) è una interfaccia digitale che i costruttori di apparecchi musicali elettronici hanno recentemente concordato essere uno standard universale, e grazie alla quale è possibile collegare, più strumenti, oppure strumenti ed elaboratori con un semplice cavo.
In questo caso l'elaboratore riceve ed invia delle informazioni al o ai sintetizzatori, permettendo il più ampio sfruttamento delle loro possibilità. Nei programmi di utilizzo più comuni si ha sul video dell'elaboratore una riproduzione delle pulsantiere del sintetizzatore e si può agire su di esse mediante comandi all'elaboratore. Il compito del computer risulta quindi quello di trasformare la descrizione delle varie note in una serie di valori, che dovranno poi essere indirizzati ai circuiti interni del sintetizzatore. Le possibilità di questo sistema dipendono sia dalla qualità del dispositivo esterno collegato all'elaboratore sia del tipo di programma impiegato; in pratica si può ritenere che, se migliori sono i dispositivi collegati all'elaboratore, tanto migliori saranno i risultati.
Per ultimo esaminiamo il caso degli elaboratori che operano con la sintesi per campionamento. Questi elaboratori producono direttamente il segnale sonoro senza bisogno di oscillatori esterni od interni.
Prova a pensare a una forma d'onda scomposta in tanti piccoli intervallini: se noi consideriamo l'ampiezza di questi intervallini come una rappresentazione approssimata della nostra onda, considerandoli in successione ordinata, abbiamo realizzato un campionamento della forma d'onda. Vediamo quindi come avviene il processo di campionamento di un segnale: a intervalli di tempo costanti il segnale viene misurato nella sua

ampiezza e queste misure vengono memorizzate a parte. In base anche a un ragionamento intuitivo, tanto più piccoli sono gli intervalli di tempo in cui il segnale viene misurato, tanto maggiore sarà la fedeltà di riproduzione.
In un secondo tempo i numeri che rappresentano le ampiezze istantanee del segnale campionato vengono fatti passare attraverso un convertitore digitale/analogico (cioè attraverso un dispositivo che trasforma i segnali digitali in grandezze variabili con continuità, cioè analogiche), che in uscita ricostruisce il segnale originale.
Nella generazione di suoni complessi

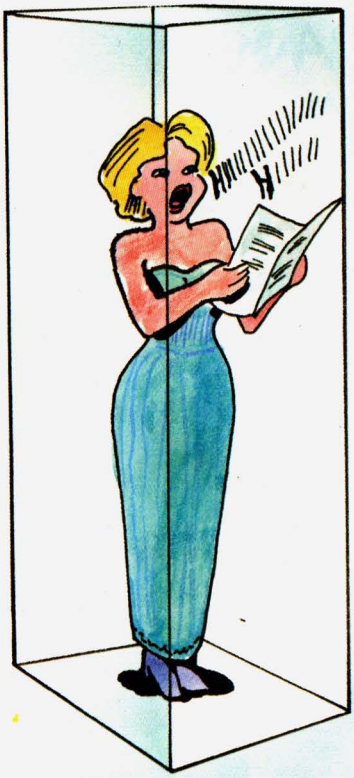


mediante campionamento l'elaboratore costruisce allora i nuovi valori, sommando campione per campione i valori di diversi segnali elementari. Il risultato è un'onda complessa, formata dalla somma di tutte le componenti elementari usate.
I sistemi che si basano sulla sintesi per campionamento sono di solito costituiti da elaboratori molto grossi e potenti, perché la quantità di calcoli che occorrono solo per produrre un minuto di musica è molto grande. Con questa tecnica di sintesi musicale si può praticamente ottenere tutto (o quasi), ma, a parte il loro costo (veramente elevato!), questi sistemi hanno il difetto di non poter essere usati per produrre musica in tempo reale (cioè non possono eseguire le note nel momento stesso in cui effettuano i conti), come invece possono benissimo fare i sintetizzatori comandati da elaboratore.

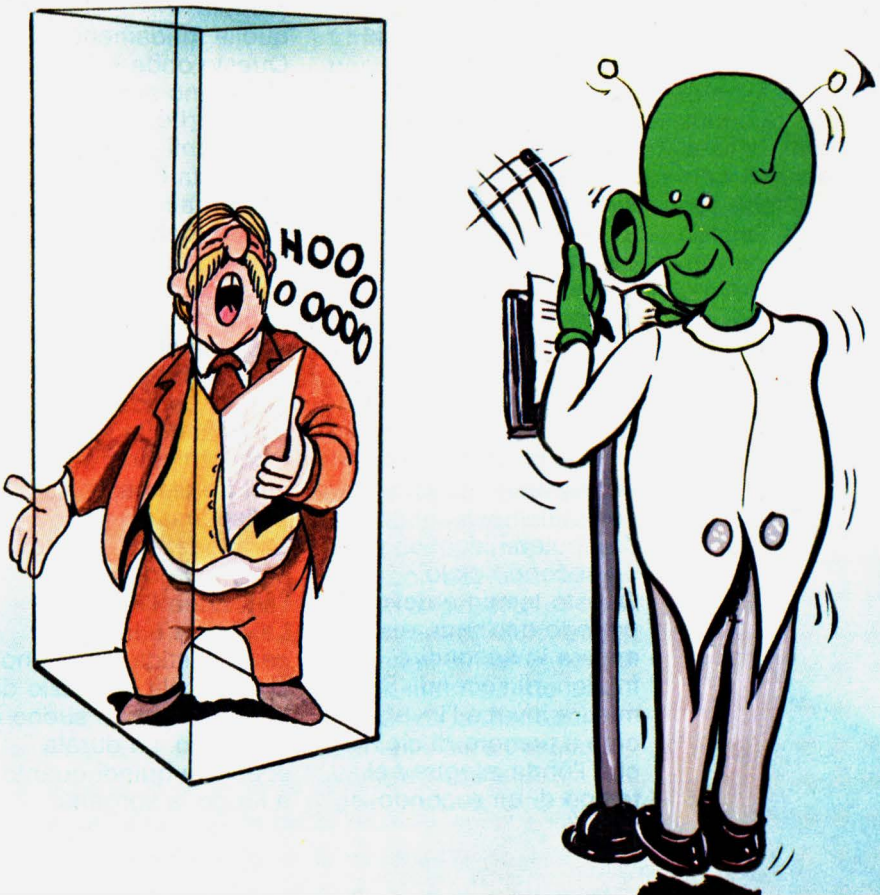
Programmando opportunamente un sintetizzatore è possibile riprodurre abbastanza fedelmente la voce umana.

Il suono ed il C 16

Come già detto prima, molti micro e personal computer dispongono di capacità e possibilità sonore. Tra questi anche il tuo C 16.
Esso è infatti in grado di produrre suoni e di generare musiche e rumori.
Dispone di due istruzioni BASIC avanzate e semplici da usare, con le quali è facile impostare la musica desiderata.
Il C 16 è studiato in modo da poter provocare anche contemporaneamente il suono di 2 voci diverse l'una dall'altra. In pratica è come disporre di due professori d'orchestra il secondo dei quali è in grado di suonare uno speciale strumento che invece di note e toni, produce quel particolare tipo di rumore, chiamato tecnicamente "rumore bianco". L'assenza di filtri e di generatori di inviluppo nel generatore sonoro, se da una parte limita molto la varietà dei suoni producibili, dall'altra semplifica enormemente la



programmazione degli stessi.
Vedremo più avanti le tecniche da impiegare per riuscire a produrre i suoni: per il momento è soltanto necessario che tu controlli, se utilizzi un monitor, che esso disponga di un altoparlante incorporato. Non disponendo al proprio interno di alcun altoparlante, il tuo C 16 invia infatti i segnali sonori (insieme ai segnali audio) al cavo che lo connette al monitor.
Mentre per il televisore non esistono problemi (quale apparecchio non dispone di volume?), parecchi monitor non prevedono uscite sonore. In questo caso l'unica soluzione per riuscire a sentire qualcosa è connettersi temporaneamente al televisore.



Cos'è il suono

Il suono - lo sappiamo benissimo - è un particolare fenomeno fisico al quale uno dei nostri sensi (l'udito) è sensibile. Esso si propaga nell'aria mediante lo spostamento ondulatorio delle varie molecole gassose che costituiscono l'atmosfera, cioè attraverso una serie di movimenti in avanti e indietro delle diverse particelle rispetto ai punti in cui esse si trovano in stato di riposo.

La velocità con cui i vari cicli di movimenti (che si chiamano anche onde sonore) vengono eseguiti dipende dalla nota emessa dalla sorgente responsabile della produzione del suono. Quest'ultima è simile a quella provocata in uno stagno lasciandovi cadere un oggetto, per esempio un sasso: se l'oggetto è piccolo, le onde non saranno molto marcate, mentre se l'oggetto è di dimensioni notevoli, le onde saranno più evidenti.
Se si dovesse disegnare in un grafico l'entità dello spostamento di una singola particella attorno al punto in cui si trova rispetto al trascorrere del tempo, si otterrebbe il disegno dell'onda sonora; tale onda ha in genere la forma di una sinusoide e la sua caratteristica principale è il tempo che impiega a svilupparsi completamente, in modo da ripetersi identica per un secondo ciclo.
Questo tempo è definito periodo dell'onda e si misura in secondi o frazioni di secondi. Se si misura invece l'inverso, cioè il numero di cicli che l'onda esegue nel tempo di un secondo, si definisce un'altra quantità molto famosa: la frequenza (che si misura in cicli al secondo, o hertz).
Il suono emesso da uno strumento è sempre caratterizzato da una frequenza fondamentale, che è quella corrispondente alla nota suonata, ma che è in genere accompagnata da altre onde sonore, che hanno una frequenza multipla intera (doppia, tripla, ecc.) di quella fondamentale.
Queste onde si chiamano armoniche superiori e sono importanti perché la loro presenza (in quantità) dà una caratteristica al suono (detto timbro) che contraddistingue tra loro gli strumenti musicali. Il risultato finale dell'onda assieme alle sue armoniche è una forma non sinusoidale, ottenuta sommando le varie onde.
Oltre al timbro, esistono altri tre elementi indispensabili per caratterizzare un'onda sonora: la durata, l'altezza e l'intensità.
La durata è la caratteristica del suono che calcola lo spazio di tempo in cui un suono è percepito. La durata specifica quindi quanto a lungo la sorgente

sonora pone in vibrazione le particelle che trasmettono l'onda (composta da molecole d'aria nel caso dell'atmosfera e da molecole d'acqua per uno stagno). L'unità di misura della durata è un tempo, per esempio secondi.

L'altezza specifica invece quanto un suono è grave o acuto. Essa viene misurata in hertz: quanto più elevata è la frequenza, tanto più un suono è acuto. Il nostro orecchio potrebbe teoricamente avvertire suoni compresi tra i 20 ed i 20000 hertz: col passare degli anni (ed anche a causa del continuo inquinamento acustico cui siamo quotidianamente sottoposti) perdiamo tuttavia molte delle nostre facoltà nei confronti delle frequenze estreme, specie le più alte. Comunque, per il nostro discorso (visto che i computer e gli altoparlanti ad essi collegati non permettono prestazioni musicali troppo esasperate) la cosa non ha troppa importanza.
Il terzo elemento, l'intensità, è indubbiamente il più facile da comprendere. In effetti abbiamo quotidianamente a che fare con apparecchi come televisore, registratore, radio, ecc., sui quali si può regolare il volume. Alzando o ruotando la manopola del televisore possiamo variare l'intensità complessiva, cioè il volume dell'apparecchio. Diciamo "complessiva", in quanto abbassando il volume si abbassano proporzionalmente tutti i suoni ed i rumori diffusi dall'apparecchio. In altri termini, se immagini il televisore come uno strumento e tutti i suoni come un unico suono, il tasto "volume" agisce solo sull'elemento "intensità", lasciando invariati tutti gli altri. L'unità di misura della intensità sonora è il decibel. Normalmente la soglia minima per riuscire ad avvertire un suono si aggira sui 20 decibel, mentre il livello oltre il quale si ha la cosiddetta "soglia del dolore" (i suoni troppo forti possono addirittura provocare danni irreversibili all'udito) è di circa 120-130 decibel.

VOL

Uno degli attributi più importanti del suono è l'intensità con cui è possibile percepirlo. Esattamente come puoi, ruotando la apposita manopola, stabilire il volume di una radio o di un amplificatore stereofonico, così il comando VOL ti permette di modificare il volume del suono prodotto dal computer.
Il valore da associare al comando VOL deve essere uno dei nove compresi tra 0 e 8.

VOL 4

predispone il volume ad un livello intermedio, mentre

VOL 0

corrisponde al silenzio.

Sintassi del comando

VOL n

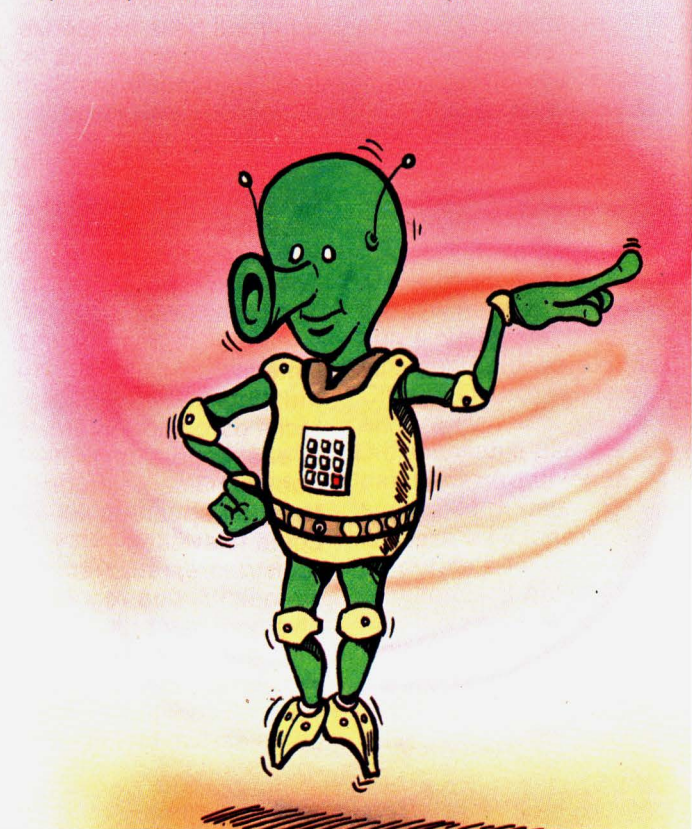
SOUND

Per generare un suono occorre specificarne la forma d'onda, la frequenza, la durata. Se poi il computer, come è il caso, dispone di più di un oscillatore, è necessario indicare quale utilizzare.
Il comando SOUND, associato a questi parametri, consente di ottenere il suono desiderato.
Il primo parametro indica quale generatore deve produrre il suono e con quale tipo di onda; la convenzione da applicare è la seguente:

1 - *il suono viene generato dalll'oscillatore 1 con onda quadra*

2 - *il suono viene generato dall'oscillatore 2 sempre con onda quadra*

3 - *il suono è generato dall'oscillatore 2 ma con onda casuale (rumore bianco).*



Ovviamente, le voci 2 e 3 non possono suonare insieme, mentre lo possono la voce 1 e 2 o la voce 1 e 3.
Il secondo parametro individua la nota da riprodurre; si tratta di un numero da cui dipende la frequenza, a cui è legato dalla seguente espressione:

F = 1024—(11840.45/Hertz)

Nella prossima pagina troverai i valori del parametro F per tutte le note musicali.
Il terzo parametro è un numero compreso tra 0 e 65535 che esprime la durata della nota in sessantesimi di secondo.

```
SOUND 1,810,60
```

genera un do con l'oscillatore 1, onda quadra, della durata di un secondo.

Sintassi del comando

SOUND O,F,D

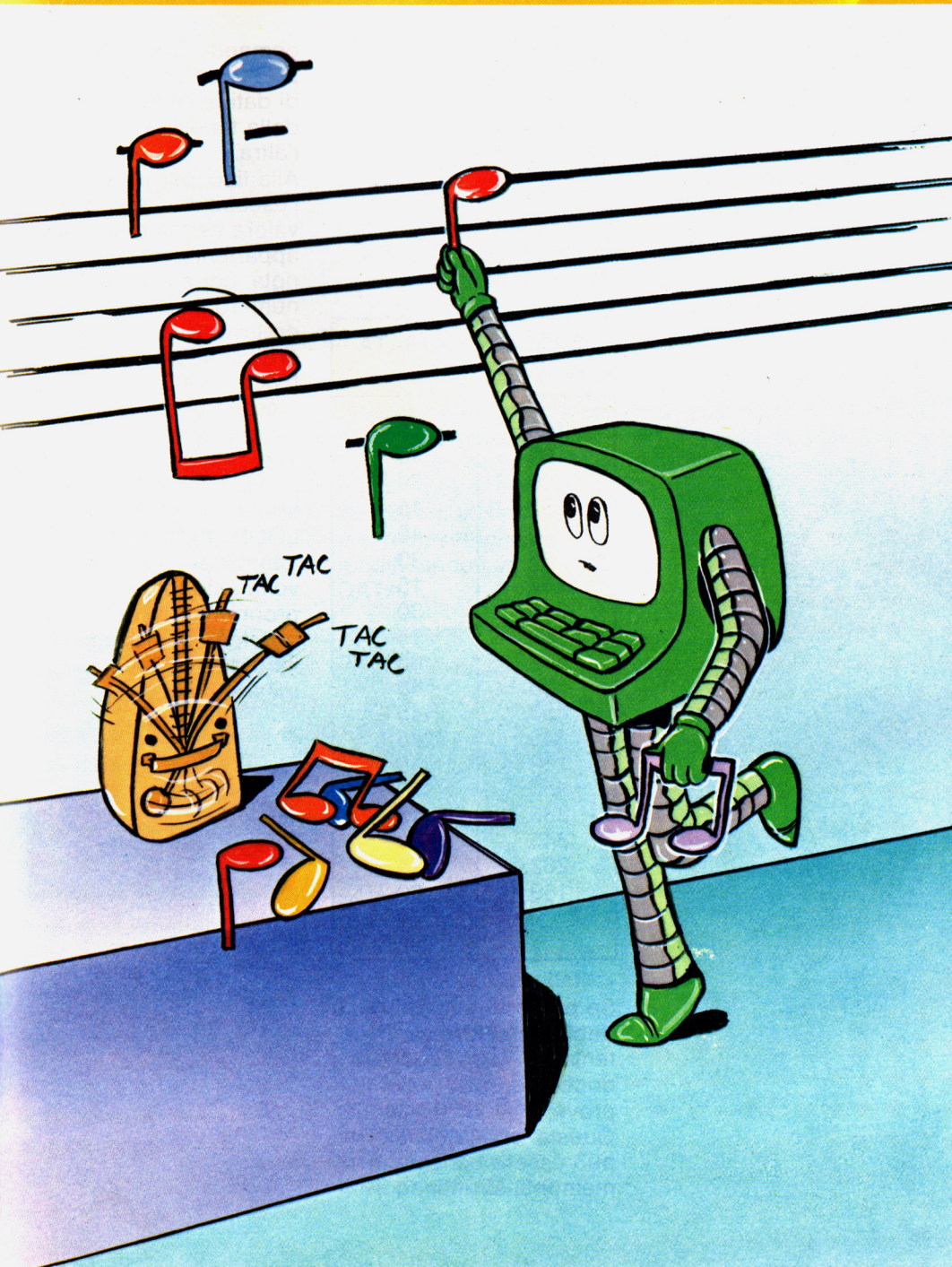
Le note musicali

Ecco la tabella delle 72 note che formano 6 ottave; il valore da usare come secondo parametro nell'istruzione SOUND per ottenere la nota e la frequenza della stessa espressa in hertz.

NOTA	VALORE	FREQUENZA
LA	7	109.97
LA#	64	116.50
SI	118	123.44
DO	169	130.81
DO#	217	138.59
RE	262	146.77
RE#	305	155.55
MI	345	164.71
FA	383	174.48
FA#	419	184.86
SOL	453	195.87
SOL#	485	207.50
LA	516	220.16
LA#	544	233.00
SI	571	246.89
DO	597	261.92
DO#	621	277.52
RE	643	293.54
RE#	665	311.53
MI	685	329.91
FA	704	349.50
FA#	722	370.33
SOL	739	392.42
SOL#	755	415.76
LA	770	440.32
LA#	784	466.00
SI	798	494.87
DO	810	522.62
DO#	822	553.67
RE	834	588.63
RE#	844	621.34
MI	854	657.89
FA	864	699.00

NOTA	VALORE	FREQUENZA
FA#	873	740.67
SOL	881	782.10
SOL#	889	828.45
LA	897	880.63
LA#	904	932.00
SI	911	989.74
DO	917	1045.24
DO#	923	1107.33
RE	929	1177.27
RE#	934	1242.67
MI	939	1315.77
FA	944	1398.01
FA#	948	1471.58
SOL	953	1575.22
SOL#	957	1669.26
LA	960	1747.51
LA#	964	1864.01
SI	967	1962.11
DO	971	2110.20
DO#	974	2236.81
RE	976	2330.01
RE#	979	2485.34
MI	982	2662.87
FA	984	2796.01
FA#	986	2943.17
SOL	988	3106.68
SOL#	990	3289.43
LA	992	3495.01
LA#	994	3728.02
SI	996	3994.30
DO	997	4142.24
DO#	999	4473.62
RE	1000	4660.02
RE#	1002	5083.66
MI	1003	5325.74
FA	1004	5592.02
FA#	1005	5886.34
SOL	1006	6213.36
SOL#	1007	6578.85

LINGUAGGIO



La musica programmata

Vediamo adesso come si può programmare un pezzo di musica. La cosa è molto semplice e banale, e di conseguenza un po' noiosa: devi scrivere - sotto forma di tabellina a due colonne - il tuo pezzo di musica, mettendo nella prima colonna il codice della nota e nella seconda la durata della medesima. Per esempio:

CODICE NOTA	DURATA
169	45
169	45
169	30
262	15
345	45
345	30
262	15
345	30
383	15
453	60
596	45
453	45
345	45
169	45
453	30
383	15
345	30
262	15
169	60
0	0

Se per la durata hai dei dubbi, puoi fare alcuni tentativi e correggerla dopo aver fatto delle prove.
Questa tabella di valori può essere caricata in memoria, sfruttando il comando DATA: si prepara cioè un blocco di dati usando le righe della tabellina una dopo l'altra.
Alla fine, per terminare l'esecuzione, si usa un valore certamente non appartenente a qualche nota, per esempio il numero 0. Il programma preleverà allora ordinatamente dal blocco dei DATA ciascuna nota (e la relativa durata) e se ne servirà per produrre la musica. Un'istruzione IF o un ciclo strutturato DO LOOP UNTIL farà attenzione che - una volta letto lo 0 - il programma si arresti e non tenti di proseguire la lettura di DATA inesistenti.

Il blocco di dati da scrivere per la melodia appena scritta è questo:

```
100 DATA 169, 45, 169, 45, 169, 30
110 DATA 262, 15, 345, 45, 345, 30
120 DATA 262, 15, 345, 30, 383, 15
130 DATA 453, 60, 596, 45, 453, 45
140 DATA 345, 45, 169, 45, 453, 30
150 DATA 383, 15, 345, 30, 262, 15
160 DATA 169, 60, 0, 0
```

A questo punto possiamo anche scrivere il programma che ci servirà per eseguire il motivo: potrai comunque suonare qualsiasi altra melodia, semplicemente modificando i valori delle DATA.

```
10 VOL 8
20 DO
30 READ P, D
40 SOUND1,P,D
50 FORX=1TOD*16+30 : NEXT
60 LOOP UNTIL P=0
70 VOL 0= END
```

Prova il programma con il blocco dati che abbiamo appena scritto ed ascoltane il risultato; procurati quindi uno spartito musicale e cerca - partendo dalle note - di arrivare ai valori da scrivere nelle DATA: vedrai che tutto sommato non è un lavoro così faticoso.

Nella parte della lezione dedicata alla programmazione riprenderemo comunque il discorso "musicale" con altri esempi di programmi.

Il pianoforte

Proviamo a scrivere un programma che ci permetta di eseguire la musica impostandola direttamente dalla tastiera, proprio come se avessimo tra le mani un pianoforte "vero".
Useremo questo accorgimento: faremo corrispondere le note musicali ad alcuni tasti, per esempio (utilizziamo una sola ottava) quelli dall'1 all'8. Se desidereremo poter sfruttare le ottave in tutta la loro estensione, potremo sempre utilizzare anche altri e più numerosi tasti che abbiano codifica ASCII crescente, per esempio A, B, C, ecc..
È infatti sufficiente un semplice calcolo per risalire dal tasto al numero che serve da indice per reperire il valore numerico corrispondente a ciascuna nota.
Nel nostro esempio si hanno:

1	2	3	4	5	6	7	8
SI	DO#	RE#	MI	FA#	SOL#	LA#	SI

Questo è il programma:

```
 10 VOL 8
 20 DIMA(8)
 25 REM LETTURA NOTE
 30 FORN=1TO8
 40 READA(N)
 50 NEXTN
 55 REM NOTE
 60 DATA345,383,453,516,571,596,643,685
 65 REM CICLO PER SUONARE
 70 DO
 80 GETKEYA$ : N=VAL(A$)
 90 IFN=0THEN80
100 SOUND1,N(N),15
110 FORD=1TO4*16+30 : NEXT
120 LOOPUNTILN=9
125 REM FINE PROGRAMMA
130 VOL 0 : END
```

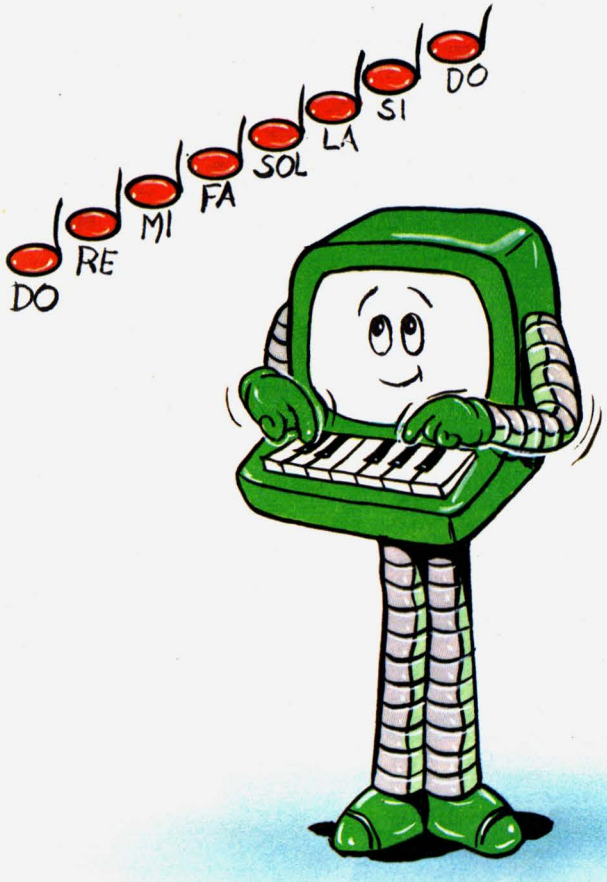
La linea 100 provvede a portare il volume al massimo livello.
La 20 predispone il vettore delle note ed il ciclo successivo vi introduce i valori corripondenti prelevandoli dalla linea DATA.
Dalla linea 70 un ciclo strutturato DO LOOP UNTIL, attende la pressione di un tasto tra quelli con valore numerico compreso tra 1 e 8 e provvede alla produzione del suono ad esso associato.
I tasti non numerici e lo 0 vangono ignorati tramite le istruzioni:

```
N=VAL(A$)
```

e

```
IF N=0 THEN 80
```

Premendo il tasto 9 si esce dal programma (linea 120) e il volume viene azzerato.
Come già detto prima, un possibile miglioramento del programma potrebbe essere quello di ampliare le scale musicali, aggiungendo altri tasti agli 8 per il momento disponibili.



Suono e immagini

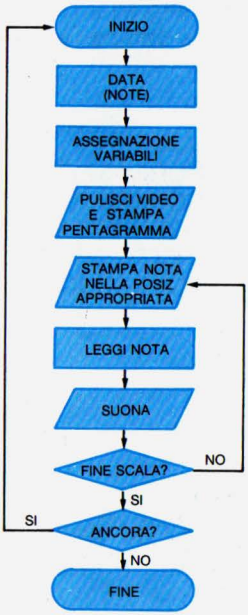
Prova a battere ed eseguire questo programma:

```
  18 GOSUB1000
  20 A=169+INT(RND(1)*200)
  30 B=169+INT(RND(1)*200)
  60 E=INT(RND(1)*2)+1
  70 VOL8
  90 FORH=1TO5*E
 100 SOUND1,A,5
 110 NEXTH
 120 FORH=1TO5*E
 130 SOUND2,B,4
 140 NEXTH
 150 RUN
1000 SCNCLR
1010 CHAR,0,5,"COMPUTER SYMPHONY"
1020 PRINT
1030 FORJ=1TORND(1)*20 : PRINT"   "; :NEXT
1040 PRINTCHR$(119+INT(RND(1)*15))
1050 FORJ=1TORND(1)*20 : PRINT"   "; :NEXT
1060 PRINTCHR$(119+INT(RND(1)*15))
1070 FORJ=1TORND(1)*20 : PRINT"   "; :NEXT
1080 PRINTCHR$(119+INT(RND(1)*15))
1090 FORJ=1TORND(1)*20 : PRINT"   "; :NEXT
1100 PRINTCHR$(119+INT(RND(1)*15))
1110 RETURN
```

Avrai una dimostrazione di come il suono possa essere abbinato alle immagini, rendendo più piacevoli le visualizzazioni sullo schermo.
Il programma è capace di comporre della musica abbastanza malinconica, ma non per questo meno suggestiva. La principale struttura della musica viene dalle variabili A, B, ed E, che vengono ridefinite in modo casuale ad ogni RUN. Data la casualità dell'effetto, ti sarà molto più semplice, per capire l'effetto delle varie istruzioni, battere il programma sul tuo C 16 e - con il listato in mano - eseguirlo diverse volte per controllare ciò che esse producono. Prova e vedrai: con un minimo di pazienza ed attenzione ti entreranno subito in testa idee per creare nuovi programmi di generazione musicale automatica!!

Scala musicale

Gli obiettivi di questo programma sono 2:
1) stampare il pentagramma;
2) suonare la nota scritta di volta in volta.
Evidentemente, come mostra il flow chart, i passi sono sequenziali, ma la velocità di esecuzione è abbastanza elevata da dare la sensazione della istantaneità.
Riconoscerai certamente le istruzioni riguardanti gli oscillatori.
Ti ricordo, invece, che la locazione 3517 riguarda il video, mentre il codice schermo 81 è il pallino della nota.




```
10 DATA 169,262,345,383,453,516,571
20 SCNCLR : COLOR1,1 : VOL8 : A=3517
30 G=1 : FORR=1TO5
31 CHAR,0,G,"———— " ; G=G+2 : NEXTR
35 FORN=1TO7
40 C=N : IFN=1THENC=0
45 POKEA, 81
50 POKEA – 40,103
55 A=A–39
60 READV : SOUND1,V,15
65 FORC=1TO500 : NEXTC : NEXTN
70 VOL0
75 PRINT : PRINT "■ ■RIPETO (S/N)"
80 GETKEYA$
90 IFA$="S"THENRUN
```

VIDEOESERCIZI

L'effetto sonoro di questo programma è quello di una scala discendente. Cosa cambieresti per ottenere l'effetto opposto, ossia quello crescente?

```
10 VOL8
20 FORF=571TO128STEP-10
30 SOUND1,F,5
40 FORI=1TO90 : NEXT
50 NEXT
60 VOL0 : END
```

A	L'INTERO PROGRAMMA
B	IL RITARDO
C	IL CICLO DELLE FREQUENZE

Carica ed esegui i seguenti programmi; cerca poi di modificarli per renderli più realistici o suggestivi.

```
100 VOL8
110 FORI=950TO1010
120 SOUND3,I,5
130 NEXT
140 VOL0 : END
```

MISSILE

```
10 VOL8
20 FORT=1TO100
30 SOUND3,1000,5
40 SOUND1,1000,5
50 NEXTT
60 VOL0 : END
```

TRAPANO

GRUPPO
EDITORIALE
JACKSON